



## Функции треонина в организме моногастричных животных

Часть 2. Начало - в №1-2 (январь-февраль) за 2016 год

### Роль треонина в синтезе муцина

Муцины - это высокомолекулярные гликозилированные белки, которые синтезируются в бокаловидных клетках (один из типов эпителиальных клеток) и присутствуют в слизи (Stoll, 2006; Figure 4). Выделение слизи происходит по всему желудочно-кишечному тракту, что защищает его стенки от повреждений и обеспечивает выполнение иммунной функции (Li и соавт., 2007). Содержание треонина в слизи очень высоко: около 30% от общего содержания аминокислот слизи и 11% от общего содержания эндогенных протеинов содержимого подвздошной кишки свиней (Lien и соавт., 1997).

Синтез муцина происходит постоянно и он устойчив к перевариванию, так как содержит O-связанные олигосахариды с высокой плотностью, соединенные с остатками треонина и/или серина в центральной цепи белка (Strous и Dekker, 1992). Это означает, что аминокислота, секретлируемая со слизью, не может быть повторно использована в организме животного (van der Schoor и соавт., 2002). Таким образом, увеличение секреции слизи будет всегда сопровождаться увеличением эндогенных потерь аминокислот и, в первую очередь, треонина. Синтез муцина и его потери в ЖКТ являются основным фактором, обуславливающим высокую потребность в треонине на поддержание жизни (Stoll и соавт., 1998).

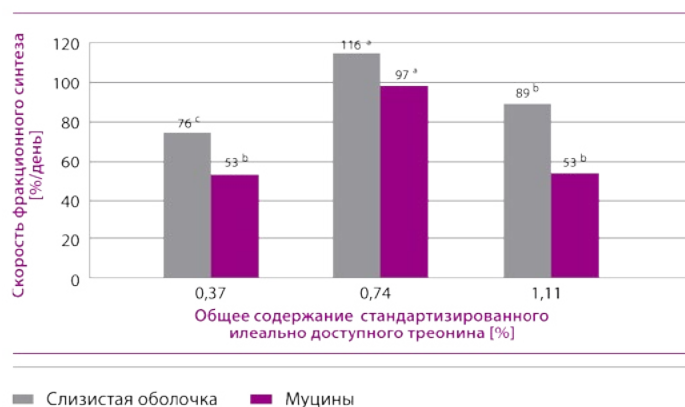
Nichols и Bertolo (2008) обнаружили, что скорость фракционного синтеза (СФС) муцина в кишечнике (в процентном выражении от пула муцина, синтезируемого в течение суток) возрастает линейно при повышении поступления треонина в просвет кишечника у поросят (рисунок 5). Синтез de novo муцина слизистой оболочкой напрямую зависит от концентрации треонина в просвете кишечника, что подчеркивает важность достаточного поступления треонина с кормом для протекания обменных процессов в желудочно-кишечном тракте. Wang и соавт. (2007) в ходе проведенного ими опыта скармливали поросьятам-отъемышам в течение 14 дней один из 3-х рационов, которые отличались дефицитным, нормальным или избыточным содержанием стандартизированного илеально доступного (SID) треонина (0,37, 0,74 или 1,11%). Они обнаружили, что СФС в слизистой оболочке и муцина тощей кишки у поросят, которые получали рацион с содержанием 0,74% SID треонина, оказалась выше, чем в группах, где животным скармливали рацион с избытком или недостатком треонина (рисунок 6). Namard и соавт. (2007) указывают на тот факт, что дефицит треонина приводит к ухудшению защитной функции кишечника и синтеза муцина у поросят. Wang и соавт. (2010)

отмечают, что недостаток или избыток треонина в рационе может подавлять экспрессию в кишечнике гена муцина и ухудшать защитную функцию кишечника у поросят после отъема. Они обнаружили, что уровень треонина в рационе, который необходим для оптимизации защитной функции кишечника, выше уровня, который необходим для получения максимальных показателей роста. Дефицит треонина в рационе особенно ухудшает синтез муцина в кишечнике у крыс (Faure и соавт., 2005). Таким образом, эти данные позволяют предположить, что при дефиците треонина в рационе его доступность для синтеза муцина становится ограниченной и, следовательно, приводит к

Рисунок 5. Влияние разного уровня треонина на скорость фракционного синтеза муцина у поросят (Nichols и Bertolo, 2008; P < 0,05)



Рисунок 6. Влияние разного уровня треонина на скорость фракционного синтеза в слизистой оболочке и муцина в тощей кишке у поросят (Wang и соавт., 2007; P < 0,05)



подавлению защитной функции кишечника.

Рационы, которые содержат сырье с высоким уровнем клетчатки и/или антипитательных факторов (АПФ) способствуют увеличению секреции муцина и эндогенных потерь в тонком кишечнике (Montagne и соавт., 2004). Myrie и соавт. (2008) обнаружили, что эндогенные потери треонина и серина оказались наибольшими у поросят на дорастивании, которые получали рационы, содержащие пшеничные отруби и ячмень, богатые клетчаткой (гемицеллюлоза), в сравнении с поросятами, которым скармливали рацион на основе казеина. В другом опыте на поросятах на дорастивании Zhu и соавт. (2005) обнаружили, что при увеличении содержания пектина (растворимый некрахмалистый полисахарид) в рационе с дефицитом треонина, отложение протеина в организме гораздо меньше, чем при скармливании рациона с недостатком лизина, что связано с увеличенными эндогенными потерями треонина. Полученные результаты указывают на то, что при скармливании рационов с повышенным содержанием клетчатки или антипитательных вещества, потребность в треонине для синтеза муцина возрастает.

### Роль треонина в синтезе иммуноглобулинов

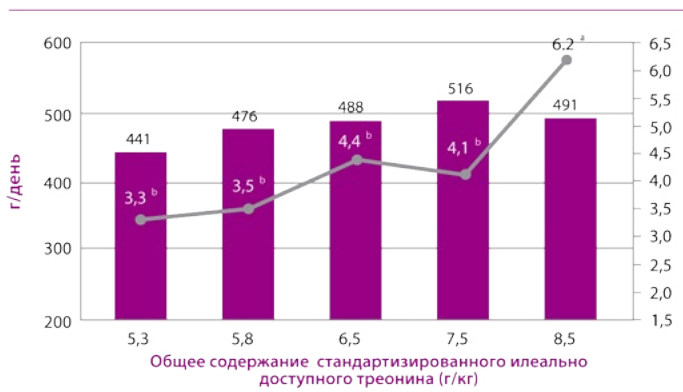
Иммунная супрессия, вызванная субклиническими заболеваниями, оказывает негативное влияние на использование питательных веществ и продуктивность животных. Противовоспалительные цитокины, в частности интерлейкин (ИЛ)-1 $\beta$ , ИЛ-6 и фактор некроза опухоли (ФНО)- $\alpha$ , которые выделяются макрофагами, изменяют использование питательных веществ при иммунной супрессии (Colditz, 2002). В таких условиях печень становится главным органом, оказывающим влияние на синтез белков в организме. Происходит перераспределение использования питательных веществ в организме: в первую очередь они направляются к тканям, которые принимают участие в иммунной реакции, что оказывает влияние на потребность в аминокислотах (Reeds и Jahoor, 2001).

ЖКТ это один из крупнейших органов иммунной системы. Действительно, в ЖКТ содержание лимфоцитов составляет более 1012 и самая большая концентрация антител. Это значительно выше, чем в любом другом органе (Mayer, 2000). Эпителиальные клетки кишечника также секретируют муцин, антибиотические пептиды и иммуноглобулины, которые ограничивают взаимодействие возможных патогенов со слизистой оболочкой кишечника (Oswald, 2006). Плазматические клетки производят иммуноглобулины, чтобы инактивировать антигены в организме. Треонин, лейцин и валин составляют большую часть гликопротеина иммуноглобулина (Weasom и Bowli, 1951). Доля треонина в составе иммуноглобулинов самая высокая (около 10,0% в иммуноглобулинах молока, Bowland, 1966; Han и Lee, 2000). В период гуморального иммунного ответа лимфоциты в крови секретируют иммуноглобулины, которые связывают и инактивируют антигены (Low и соавт., 1979).

Из-за высокого содержания треонина в иммуноглобулинах его недостаток в рационе может привести к сокращению синтеза иммуноглобулинов. Иммуноглобулин G (IgG) — самый распространенный иммуноглобулин в плазме крови. Siagon и соавт. (1984) показали, что у свиней при скармливании рациона с достаточным содержанием треонина, уровень IgG в плазме

на 25% больше, чем у животных, которым скармливали рацион с дефицитом треонина. Они предположили, что треонин, вероятно, является первой лимитирующей аминокислотой для синтеза IgG у свиней при использовании рационов, содержащих сорго. Hsu и соавт. (2001) в своем исследовании отметили, что добавление к низкопротеиновому рациону L-треонина (0,14%) в течение супоросности, приводит к увеличению концентрации IgG в молоке в период опороса и в период лактации. Кроме того, добавление треонина в рацион сопровождается увеличением синтеза гуморальных антител и уровня IgG в сыворотке крови поросят на дорастивании (Li и соавт., 1999). Wang и соавт. (2006) в своем исследовании отмечают, что увеличение потребления треонина с кормом в течение 28 дней, сопровождалось повышением уровня IgG в сыворотке крови поросят с живой массой 10—25 кг. Кроме того, потребность в треонине для оптимизации иммунной функции выше, чем для роста (рисунки 7). Таким образом, ограничение синтеза иммуноглобулинов может быть вызвано недостатком треонина в рационе, что подтверждает важную роль треонина в активизации иммунного ответа в организме животных.

**Рисунок 7. Влияние разного уровня треонина на продуктивность и концентрацию IgG в сыворотке крови поросят (Wang и соавт., 2006; P < 0.05)**



■ Среднесуточный прирост (0-28-й день)  
— IgG в сыворотке (28-й день)

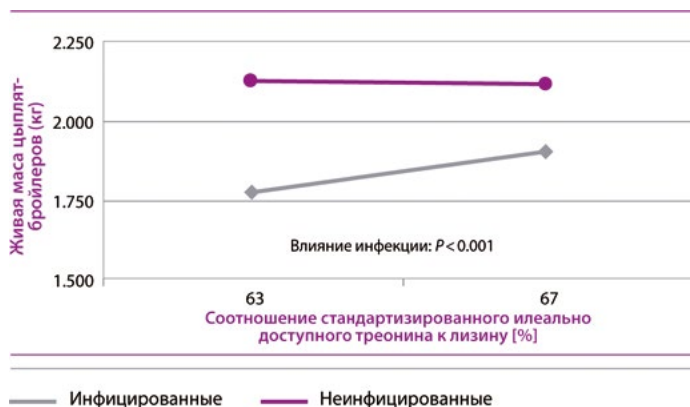
### Потребность в треонине при иммунной супрессии

Патогенные микроорганизмы могут оказать отрицательное влияние на морфологическую структуру и функцию кишечника. Воспалительные процессы в кишечнике приводят к увеличению секреции эндогенного протеина и потребности в незаменимых аминокислотах в пресистемном метаболизме СВВ (Baracos, 2004). Так, Remond и соавт. (2009) отмечают, что при воспалении подвздошной кишки у карликовых свиней поступление треонина в систему воротной вены возросло более чем в 6 раз, а фракционный синтез муцина в подвздошной кишке увеличился приблизительно на 90%. Этот факт свидетельствует о том, что потребность в треонине увеличивается при воспалении кишечника. Trevisi и соавт. (2011) указывают на то, что повышение уровня треонина в рационе свиней при инфекции, вызванной кишечной палочкой K88, привело к увеличенному потреблению корма и компенсировало падение темпов прироста живой массы. Они пришли к заключению, что

при иммунной супрессии соотношение стандартизированно-го илеально доступного треонина и лизина должно быть увеличено с 65 до 70%.

Bhargava и соавт. (1971) ранее отмечали, что у цыплят, зараженных вирусом Ньюкасла, титры антител в сыворотке крови повышаются при увеличении потребления треонина с кормом. Увеличение уровня треонина в рационе снизило количество случаев синдрома внезапной смерти у петушков (Dozier и соавт., 2001). Faure и соавт. (2007) также показали, что использование треонина для синтеза белков острой фазы и кишечного муцина у крыс увеличивается в период инфекции. Интересно, что добавление 2-миллимолярного раствора треонина в питательную среду предотвращает апоптоз, в то время как рост клеток и синтез антител в лимфоцитах у мышей увеличивается (Duval и соавт., 1991). Совсем недавно Star и соавт. (2012) показали, что у цыплят-бройлеров в возрасте 9—37 дней с субклиническим заболеванием кишечника, вызванным клостридией, среднесуточный прирост массы был существенно выше при повышенном соотношении стандартизированного илеально доступного треонина и лизина (67 и 73%, рисунок 8).

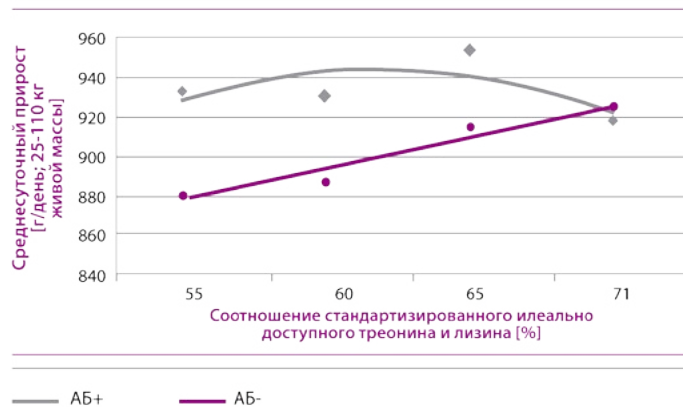
**Рисунок 8. Влияние соотношения стандартизированного илеально доступного треонина и лизина в рационе на среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров в возрасте 9—37 дней, инфицированных и неинфицированных клостридией (Star и соавт., 2012)**



Санитарные условия на ферме могут повлиять на здоровье или состояние иммунной системы животных. Le Floch и соавт. (2006) обнаружили, что у поросят-отъемышей при нарушении санитарных условий содержания, прирост живой массы и эффективность кормления были ниже, как и концентрация в плазме крови глутатиона, треонина и триптофана, чем у животных при нормальных условиях содержания. Кормление животных рационами без добавления антибиотиков может привести к увеличению количества микроорганизмов в ЖКТ и, возможно, повлиять на состояние здоровья кишечника и использование аминокислот. В работе Bikker и соавт., (2007) сообщается о том, что соотношение стандартизированного

илеально доступного треонина и лизина, необходимое для оптимизации среднесуточного прироста свиней с живой массой 25—110 кг при скармливании рационов без антибиотиков, было выше (71%), чем в группах, где использовали рационы с добавлением антибиотиков (65%; рисунок 9).

**Рисунок 9. Влияние соотношения стандартизированного илеально доступного треонина и лизина в рационе на среднесуточный прирост живой массы поросят (25 – 110 кг) при использовании рационов с антибиотиками и без них (Bikker и соавт., 2007)**



Аналогично, оптимальное соотношения треонина и лизина было выше и достигало 85% при содержании бройлеров (42–56 дней) в антисанитарных условиях (при нормальных условиях этот показатель составил 70%, Kidd и соавт., 2003). Corzo и соавт. (2007) также отмечают, что при нарушении санитарных условий содержания бройлеров (1–42 дня) оптимальное соотношение треонина и лизина возрастает (69 и 66%).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что иммунная супрессия сопровождается увеличением потребности в треонине из-за необходимости удовлетворения повышенной потребности в этой аминокислоте в связи с увеличением эндогенных потерь и синтеза иммуноглобулинов. В плохих санитарных условиях или в случае субклинических заболеваний без использования в составе рационов антибиотиков, необходимо повышать соотношение стандартизированного илеально доступного треонина и лизина примерно на 5% свыше рекомендуемого в настоящее время уровня (для свиней с 65% до 70%) для поддержания защитной функции кишечника и увеличения продуктивности свиней и бройлеров.

Таким образом, треонин играет большую роль в синтезе муцина, иммуноглобулинов и глицина, а также в поддержании защитной функции кишечника. Недостаток треонина в рационе приводит к снижению выделения муцина и синтеза иммуноглобулинов. При повышенной нагрузке на иммунитет животных важно обеспечить достаточный уровень треонина в рационе. Активность иммунной системы влияет на потребность в треонине для поддержания оптимальной продуктивности животных и эффективности выращивания.



ООО «Эвоник Украина»  
01001, г. Киев, ул. Эспланадная, д. 32-в  
тел.: +380 44 451 83 18, +380 44 451 83 19